

Laboratorijsko određivanje sorpcijskih izoterma i simulacija transporta bakra HYDRUS 1D modelom

Ružičić, Stanko; Marić, Tibor; Mileusnić, Marta; Posavec, Kristijan

Source / Izvornik: **Knjiga sažetaka = Abstracts book / 5. hrvatski geološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, 2015, 229 - 230**

Conference paper / Rad u zborniku

Publication status / Verzija rada: **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:446683>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-03**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



Laboratorijsko određivanje sorpcijskih izoterma i simulacija transporta bakra HYDRUS 1D modelom

Laboratory determination of sorption isotherms and simulation of copper transport using HYDRUS 1D model

Stanko Ružičić, Tibor Marić, Marta Mileusnić & Kristijan Posavec

Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Ključne riječi: tlo, onečišćivalo, transport, modeliranje, sorpcija, Hydrus 1D, bakar

Keywords: soil, contaminant, sorption, transport, modeling, Hydrus 1D, copper

Predmet istraživanja ovog rada je nesaturirana zona zagrebačkog vodonosnika na području budućeg vodocrpilišta Kosnica. Zagrebački vodonosnik je plitak i otvorenog tipa te postoji velika opasnost od onečišćenja nizom onečišćivala čiji su izvori: urbano područje, industrija, promet i poljoprivreda. Bakar je metal koji se najčešće upotrebljava kao materijal za izradu žica, cijevi, vodiča struje, te u agrokemikalijama. Onečišćenje vode s bakrom može biti uzrokovano njegovim ispiranjem iz tla i stijena (BENGTSSON et al., 2006). Ciljevi ovog rada bili su izraditi izoterme bakra u različitim horizontima tla; te napraviti prognozni model transporta bakra kroz profil tla na lokaciji Kosnica.

Vertikalna raspodjela elemenata u tragovima u tlu na zagrebačkom području opsežno je istraživana u okviru više projekata (ROMIĆ & ROMIĆ, 2003; ROMIĆ et al., 2007) kako bi se pokušala definirati njihova mobilnost kroz tlo u podzemnu vodu. Rezultati navedenih istraživanja pokazala su da koncentracije olova, cinka, kroma i bakra variraju s dubinom. Većina istraživanja kakvoće podzemne vode u okviru zagrebačkog vodonosnog sustava, obuhvaćalo je istraživanje utjecaja odlagališta Jakuševac na podzemne vode (NAKIĆ et al., 2007) te istraživanja na području budućeg crpilišta Črnkovec i Kosnica (NAKIĆ, 2003). Na području Jakuševca, NAKIĆ et al. (2007) su utvrdili da visoke koncentracije elemenata u tragovima pokazuju da se u reduktivnim uvjetima aluvija metali snažno otpuštaju. DAS et al. (2013) napravili su sorpcijski eksperiment kako bi uz pomoć aluvijalnog tla rijeke Bhagirathi uklonili bakar iz otopine. Zaključili su kako se najveća sorpcija bakra odvija pri uvjetima pH od 2 do 6.

Za modeliranje transporta onečišćivala u nesaturiranoj zoni bitni su procesi sorpcije (adsorpcija, apsorpcija i ionska zamjena). U svrhu određivanja sorpcije elemenata u tragovima u ovom slučaju bakra napravljen je eksperiment na uzorcima tla u laboratoriju. Ovim eksperimentom dobili su se linearni Freundlich-ovi sorpcijski koeficijenti distribucije (K_d). Najveći Freundlich-ov koeficijent distribucije određen je u prvom horizontu što je u podudarnosti sa sorpcijom bakra. Efekt sorpcije potencijalno toksičnih elemenata pod utjecajem je kapaciteta kationske zamjene (CEC), pH tla, re-

doks potencijala, sadržaja glinovite komponente, tipa minerala glina, sadržaja organske tvari, željezno manganskih oksihidroksida i karbonata (BRADL, 2004).

IRHA et al. (2009) su izvršili eksperiment sorpcijskog kapaciteta određenih elemenata (Cd, Pb, Cu, Cr) na pet vrsta Estonskih tla. Njihovi rezultati pokazuju dobru korelaciju s linearnim Freundlich-ovim izotermama. Iz sorpcijskog eksperimenta može se zaključiti da bakar u aluvijalnom tlu na lokaciji Kosnica ima linearan trend rasta s povećanjem koncentracije. Od svih šest horizonata najbrže rastući trend ima najbliži horizont, koji je ujedno i najmanje gustoće te prahovito-illovaste teksture. Postepeno svaki dublji horizont ima sve blaži trend rasta. Zadnji horizont pokazuje veći trend zbog toga što je ilovasto-pjeskovite teksture dok su ostali horizonti prahovito-illovasti, pa je sorpcija veća u horizontu s manjim zrnima.

S određenim parametrima transporta onečišćivala napravljen je prognozni model korištenjem HYDRUS 1D softvera. Prognozni numerički model transporta bakra u tlu na istraživanom području simuliran je za 2005. godinu. S obzirom na pretpostavljene početne koncentracije elemenata (1 mg/cm^3) na vrhu profila, na dnu profila modelom se dobila koncentracija od oko $0,01 \text{ mg/cm}^3$ kroz godinu dana. Propisana granična vrijednost prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN125/13) za bakar iznosi 2 mg/l , odnosno $0,002 \text{ mg/cm}^3$. Ukoliko se uspoređi dobivena koncentracija bakra prognoznim modelom transporta na dnu profila tla, odnosno na granici s otvorenim vodonosnikom, sa MDK granicom iz pravilnika onda se može zaključiti da postoji velika opasnost od onečišćenja bakrom na istraživanoj lokaciji. Kod interpretacije rezultata modela transporta bakra kroz nesaturiranu zonu potrebno je imati na umu pretpostavke koje su definirane da bi se mogli ostvariti postavljeni ciljevi prognoznog numeričkog modela.

Temeljem rezultata sorpcijskog eksperimenta u laboratoriju utvrđene su linearne sorpcijske izoterme sa izuzetno dobrim faktorima korelacije preko 0,99 za svaki horizont. S obzirom na dobivene rezultate iz prognoznog modela transporta bakra sa površine profila, može se zaključiti da će se oko

1% od početne koncentracije bakra transportirati do podzemne vode. Uspoređujući MDK granice pravilnika za bakar s dobivenim podacima, može se zaključiti da postoji velika opasnost od onečišćenja podzemne vode na istraživanoj lokaciji. U slučaju potencijalnih akcidentnih situacija izljevavanja otopine bakra koncentracije 1000 mg/l, rizik onečišćenja vodonosnika je visok. Laboratorijska istraživanja unutar ovog rada obuhvatila su samo absorpcijski dio sorpcijskog eksperimenta. U nekim budućim istraživanjima trebalo bi napraviti i desorpciju, te usporediti sa ovim dobivenim rezultatima.

Literatura:

- BENGTSSON, H., ALVENAS, G., NILSSON, S.I., HULTMAN, B. & OBORN, I. (2006): Cadmium, copper and zinc leaching and surface run-off losses at the Ojebyn farm in Northern Sweden: Temporal and spatial variation.– *Agriculture Ecosystems & Environment*, 113, 120–138.
- BRADL, H.B. (2004): Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents.– *Journal of Colloid and Interface Science*, 277, 1–18.
- DAS, B., MONDAL, N.K., BHAUMIK, R., ROY, P. PAL, K.C. & DAS, C.R. (2013): Removal of copper from aqueous solution using alluvial soil of Indian origin: Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic study.– *J. Mater. Environ. Sci.*, 4/4, 392–408.
- IRHA, N., STEINNES, E., KIRSO, U. & PETERSELL, V. (2009): Mobility of Cd, Pb, Cu, and Cr in some Estonian soil types.– *Estonian Journal of Earth Sciences*, 58/3, 209–214.
- NAKIĆ, Z. (2003): Uzroci i posljedice promjene kakvoće podzemne vode na zagrebačkom području.– Doktorska disertacija. Rudarsko-geološko-naftni fakultet. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb, 165 p.
- NAKIĆ, Z., PRCE, M. & POSAVEC, K. (2007): Utjecaj odlagališta otpada Jakuševac-Prudinec na kakvoću podzemne vode.– *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, 19, 35–45.
- NARODNE NOVINE (2013): Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju, 125/13.
- ROMIĆ, M. & ROMIĆ, D. (2003): Heavy metals distribution in agricultural topsoils in urban area.– *Environmental Geology*, 43, 795–805.
- ROMIĆ, M., HENGL, T., ROMIĆ, D. & HUSNJAK, S. (2007): Representing soil pollution by heavy metals using continuous limitation scores.– *Computers & Geosciences*, 33, 1316–1326.